北京电视台高标清同播系统技术方案

摘　要：本文介绍了北京电视台的高标清同播系统方案，为解决发展中出现的新问题，提出了新的应用理念并采用新的技术手段， 阐述了总体设计到各系统的实现以及系统应用情况。

关键词：高标清同播；播出中心；播出服务器
中图分类号：TN948.4　　文献标识码：A
文章编号：1671-0134（2017）09-069-04　　DOI：10.19483/j.cnki.11-4653/n.2017.09.021

文 / 刘晓光

1. 总体设计

系统总体设计由两部分组成：播出网络及视频服务器系统和播出中心系统。系统构成如图 1-1 所示。

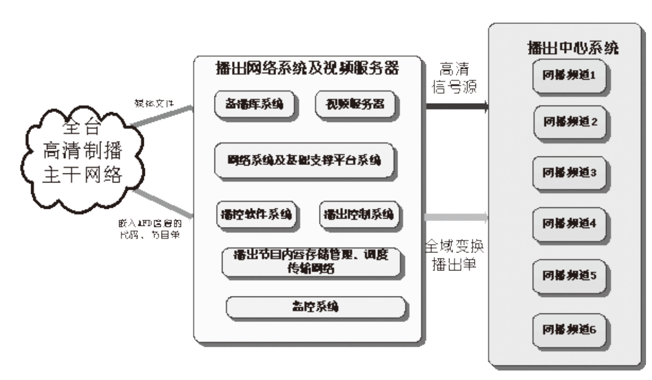


图 1　系统总体设计

它以播出备播存储为核心，与全台高清制播主干网络接口，建立高效的从媒资备播库到播出备播库存储、再到播出服务器的节目数据传输链路。通过接收含有 AFD 信息的全域变换播出单，实现高标清播出系统的自动下变换控制播出，此种方式是本系统中的创新点和技术难点。此外，系统还实现了自动技审、应急上载、内容管理等功能。另外，系统采用频道独立的方式构建 6 套同播播出系统，每个频道为单独模块。频道入口为高清信号节目源，按常规模式实现高清播出；同时通过基于矩阵切换的自动幅型变换实现标清同播，成为当时全国行业范围内首家成功实现高标清同播功能的播出系统。

2. 系统实现——播出网络及视频服务器系统

根据实际的业务需求，播出网络及视频服务器系统可划分为视频服务器、播出备播库、内容存储管理、网络平台、播出控制、网络系统监控等部分。系统结构如图 2 所示。

2.1 视频服务器

视频服务器全部采用单机架构、本地存储模式设计，需要完成 5 个高标清频道和 1 套高标清备份频道的播出。在每个频道内部，视频服务器采用 1+1 备份方式。另外，系统内

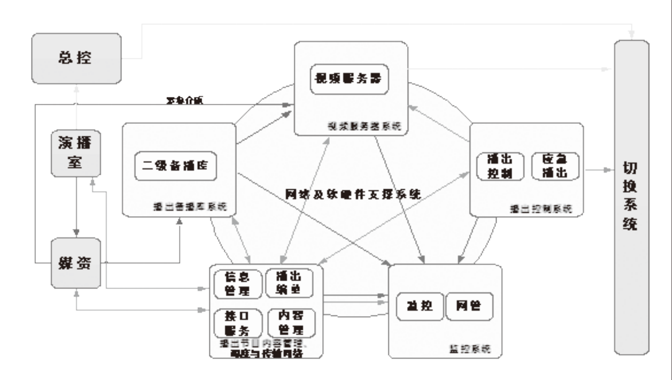


图 2　系统总体设计

还采用了 3 台循环播服务器为每个频道输出独立的循环播信号。每台服务器提供有效存储容量在 6TB 以上，满足 7 天新增节目存储需求（日新增节目量按每天 12 小时考虑）；FTP 背板带宽 40MBps，满足每天新增节目传输要求（新增节目量为 12 小时，4 小时传输完成）；每台服务器配 4 个通道，分别用于播出、应急上载、文件头尾检测和备份。视频服务器系统设计如图 3 所示。

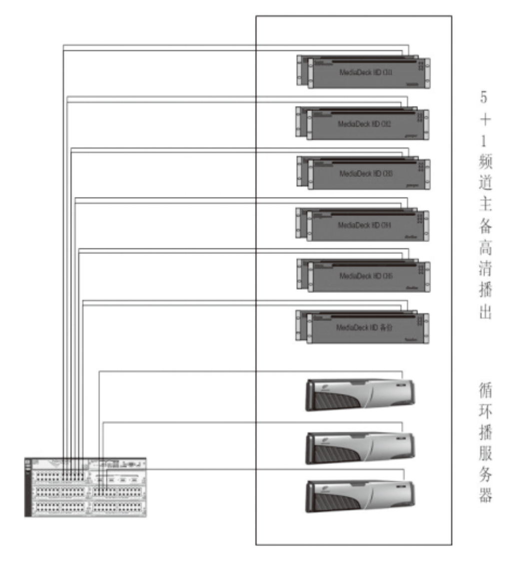


图 3　视频服务器系统设计

2. 2 播出二级存储

播出二级存储设计为主备独立两组，其具体数据如表 1 所示：

表 1　播出二级存储配置表

MediaGrid 存储系统	ContentServer	12 块 1TB 硬盘，共计有效存储容量：60T 有效迁移带宽：1000MBps 存储系统专用万兆交换机及相应电缆	20 台
	ContentDirectors	存储管理服务器	4 台
	ContentBridge	文件访问服务器	2 台
	2910al-48G	Procurve 万兆交换机：48 口千兆电口，2 个万兆光口	4 台
** 存储的容量 60TB 和配置带宽高于 1000MB，满足实际系统需求。			

节目文件传输方式为主备独立链路，即播出系统的主存储体从媒资系统读取一次节目文件，备存储体再从媒资系统读取一次节目文件。两个存储体之间由镜像服务器做校验，只有校验一致的节目文件才能够显示迁移成功，充分保障节目文件的传输安全。同时系统在出现主故障时，可以自动实现主备倒换，无需人工干预。

3. 网络应用及安全设计

网络系统按照功能设计分为信息域和媒体域两个部分。

（1）作为整个播出网络业务的基础数据核心，信息网络设计非常重要，核心交换机采用两台设备，负载均衡使用；接入交换机全部双上行链路上连至核心交换机，避免单一设备故障导致的业务中断。本区域内的服务器及工作站采用单网卡分离主备上连接入交换机或核心交换机，保证主备机制。数据库使用双机热备模式，数据以实时镜像方式在主 / 备服务器本地数据磁盘中存储。当主数据库的服务停止时，系统可在 90 秒内自动将数据库业务从主机切换到备机，确保数据不丢失。信息链路网络系统如图 4 所示。

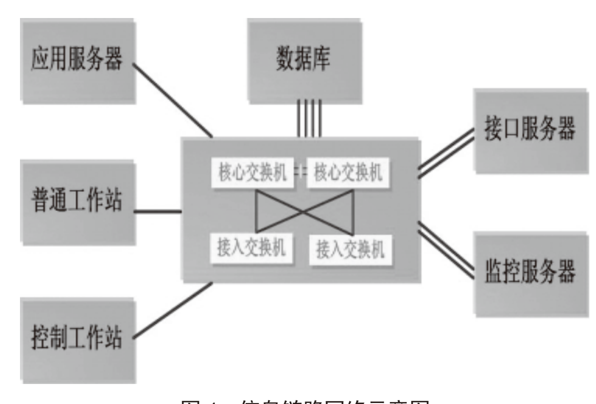


图 4　信息链路网络示意图

（2）媒体类数据作为整个播出网络的核心数据，安全级别要求很高。系统配备 6 台迁移服务器、6 台文件技审服务器及 6 台 FTP 服务器，均做为集群方式使用。当任意一台或多台迁移服务器出现故障时，故障服务器上的任务可自动转换分配到其他的服务器上继续执行，确保任务不丢失。当传输链路损坏时，通过手动方式拷贝素材及素材元数据文件到指定路径下，系统自动将素材导入播出系统。

媒体链路网络结构如图 5 所示：

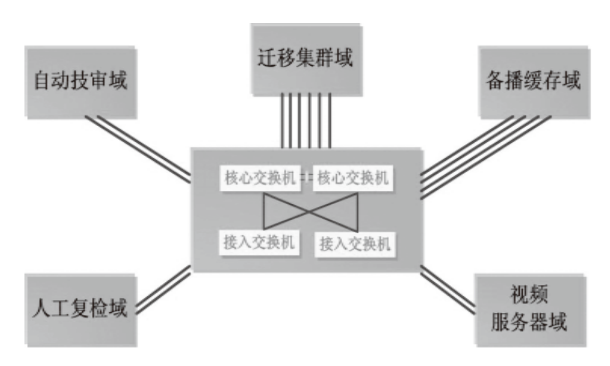


图 5　媒体链路网络示意图

对外，接口外部系统服务通过防毒墙做隔离，使用交换机对接入口进行监控。FTP 服务器直连在核心交换机上，对出口做 ACL（访问控制列表）限制，只绑定某台内部迁移服务器访问；对内，核心交换机采用划分 Vlan 的方式，实现控制信息与素材数据分离，并打开所有 Iprouting 使 VLAN 间可自由访问。

4. 播出控制系统和全域变换播出单

播出控制系统完成对同播频道内高、标清两个通道设备的控制。播出软件在加载节目单后，通过控制多种设备，如切换设备、开关选择设备、服务器等来实现节目的准点播出。全域变换播出单为此项目中我们的技术创新点，一举攻克了下变换方式选择的难题。

5. 全域播出单中的 AFD 信息实现下变换方式

全域变换播出单是指播出节目单中不仅含有常规信息，如节目代码、节目视源、播出时长、播出时间、播出类型、节目类型等，同时嵌入了 AFD 信息（Active Format Description）。自全台网制作域开始，根据节目代码位中所含的 AFD 信息，经过备播域，最终到达播出域，并将 AFD

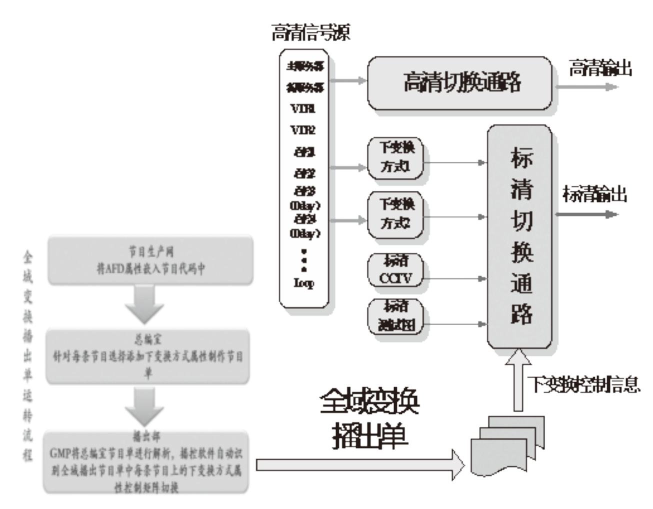


图 6　全域变换播出单流程示意图

信息解译、填写在播出节目单中的下变换信息字段。通过播控软件控制标清切换开关，输出所需的标清信号幅型信号源，然后叠加标清台标、字幕，作为标清频道的输出信号。通过全域播出单嵌入 AFD 信息的方式，解决了我台现有网络制播流程不支持视音频信号中嵌入 AFD 信息的难点，避免将原有素材重新嵌入 AFD 信息的巨大工作量，为同播系统顺利并入全台主干系统提供了创新思路。全域变换播出单的工作流程如图 6 所示。

6. 播出系统控制方式

采用“主控主备，备控主备”的设计思路，即在正常情况下所有设备（主备视频服务器、切换台、切换开关、应急功能键、录像机）都是处于主控状态下，由主工控机通过 422 倒换开关直接控制所有设备。备工控机则处于热备状态下，并按照一定生命周期通过 VDCP 命令来检测设备状态是否正常。

当主播通道或主服务器出现控制问题，播控软件可以在线切换到备服务器的播出通道播出；如果主备播出服务器控制均出现故障，播控软件可自动切换到垫片信号源，实现信号播出不间断。对播出工控机采用双重授时保障，通过两种方式并行完成。第一种方式是经时钟服务器的网络授时；第二种方式是工控机连接 BB 同步信号进行的精确守时。有了这个双重保证，任何一种方式出现问题，都不会直接影响到本地客户端时钟的准确性。

7. 系统实现——播出中心系统

视音频及周边系统接收自动播出控制系统的控制信号，实现正确播出节目信号源的选切，可对播出信号进行处理或调整，并适合传输系统的需要，提供所需格式的节目播出信号。主要设备包括切换器、帧同步处理、视频分配放大器、下变换器、键混器等。

8. 下变换幅型变换的选择

高清基带信号可直接调度至播出，若有标清直播信号需由上游系统进行上变换再送往播出；媒体文件部分由于控制服务器的上变换难度较大，必须提供高清版本节目文件，若需要播出原有的标清文件需要节目制作部门进行高清的 2 次制作再送往播出；同时总编室需要在送往播出的节目单中要描述节目的下变换方式，由播出控制软件控制播出链路选择正确的下变换方式。信号流程如图 7 所示。

8. 1 同播链路的实现

根据我台播出实际情况，我们选择搭建高清下变换同播方式。系统中含有 6 个同播频道，每个频道单独成一体。

高清通道部分与单格式播出链路一致，主路为切换台，切换台完成台标及字幕叠加，经过主备 2 选 1 和末级视分送往下游高清传输系统。备路为净静切换开关，高清键控器完成台标和字幕的叠加，经视分作为高清备路输出信号。

高清主、备通道的 Clean 输出分别送往标清主、备通道，标清的主备通道各接入两路下变换器，分别做两种固定的下变换幅型转换。播出软件中的 AFD 信息控制标清的主备切换器选择正确的幅型输出。叠加标清的台标和字幕后送往下游标清传输系统。

高清下变换的同播方式对于设备、空间、人员的投入少，同时对于节目制作部门只需要向播出提供高清版本节目就可以。技术难点在于如何安全可靠的实现下变换的正确幅型选择。单个频道视音频通路结构如图 8 所示。

8. 2 优化应急处理功能

系统同播链路均采用的是成熟可靠的技术，但也在一定程度上增加了播出链路的复杂度。通过优化，使操作人员可以快速处理故障。当高清通道出现问题时值班员只需要对高清通道的 2 选 1 进行切换，同时标清通道的 2 选 1 联动。而标清通道出现问题时只需要选择标清的 2 选 1 进行倒换，高清通道不动的应急机制。这样保证了值班员在出现问题时可以做到“一键应急”，解决了分别对高、标清通路处理的繁琐性，缩短故障应急处理的时间。基于 GPI 联动的主备路 2*1 控制如图 9 所示。

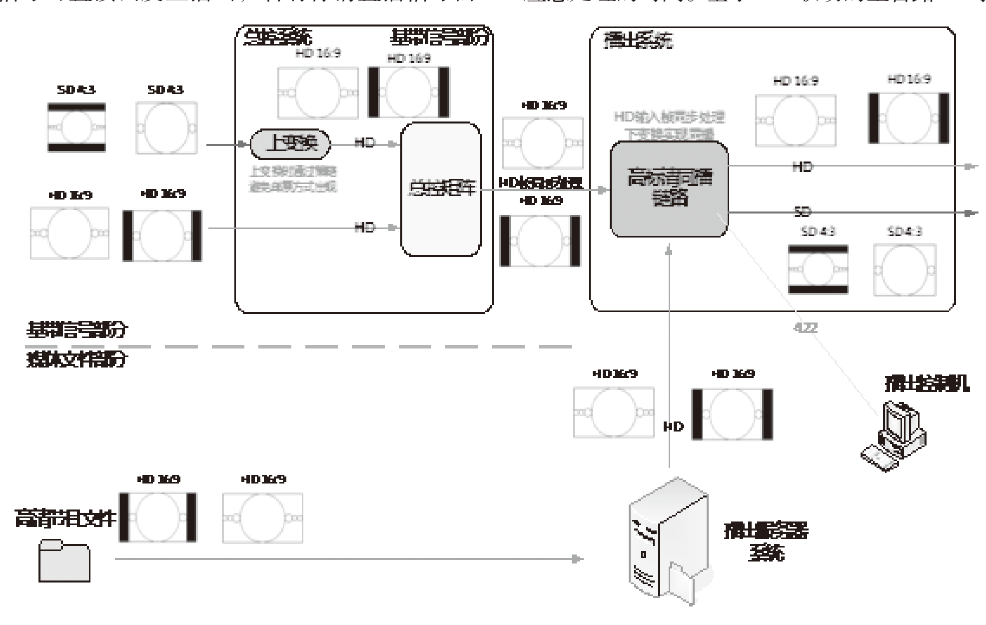


图 7　高标清同播系统信号流程示意图

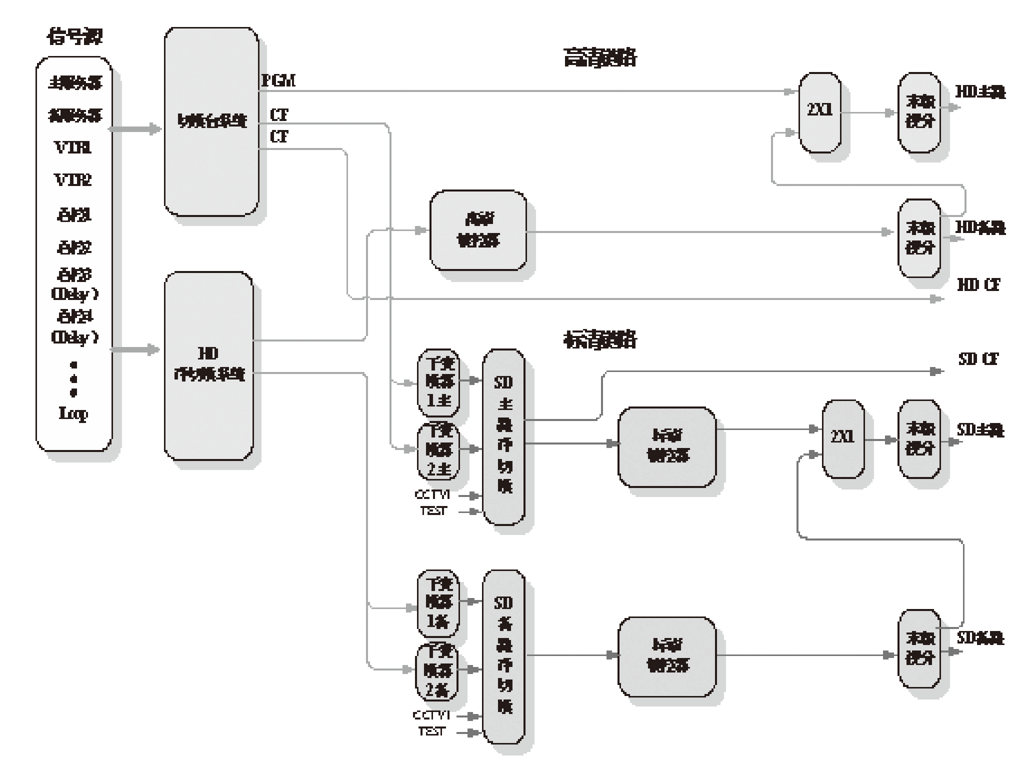


图 8　单个频道视音频通路结构

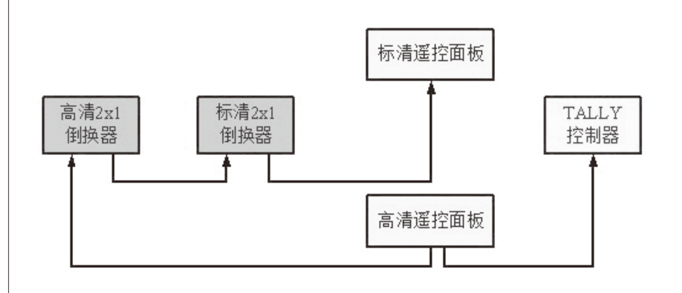


图 9　基于 GPI 联动的主备路 2*1 控制示意图

8.3 同步系统结构

同步系统为各系统设备提供同步基准信号，使信号处理定时准确并使播出控制达到帧精确度。为保证各频道的独立、安全，各频道使用独立的同步倒换系统。

8.4 时钟系统

时钟系统为参与控制和管理的系统设备（含台标机、键控器、字幕机、画面分割器等）提供校时信号，并通过大屏监看区显示子钟报告准确的时间信息。机柜区每个频道配置1U 子钟一个。

9. 结语

项目自 2010 年 12 月正式投入使用，系统全天 24 小时不间断运行，性能稳定可靠。系统在提高播出质量、保证播出安全、实现资源共享、提高工作效率、清晰管理流程等方面满足了用户的使用需求。经过多年来的使用，系统未出现技术问题，极大地保证了我台多个频道高标清信号同步播出安全优质，完全实现了我们最初的设计目标。

参考文献

[1] 翁志清，陈伟平 . 数字电视制播系统 [J]. 上海大学出版社，2008（10）.

[2] 张琦，杨盈昀 . 数字电视制播技术 [J]. 中国广电出版社，2002（10）.

[3] Chris McNab O’Reilly. 网络安全评估 [J]. 2010（5）.

（作者单位：北京电视台）